Beitrag zur anatomischen Untersuchung der Antheren von Saintpaulia

Von Elfriede Huber

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien)

Mit 6 Textabbildungen

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Oktober 1953)

Auf Hofrat Prof. Dr. E. Tschermaks Anregung ging ich an die Aufgabe, die Antheren von *Saintpaulia ionantha* Wendl. anatomisch zu untersuchen und mit den Querschnitten anderer *Gesneriaceae* zu vergleichen.

Ich beschreibe zunächst die Anatomie der Antheren verwandter Gesneriaceen, bei denen das Aufspringen in normaler Weise erfolgt.

Die *Gesneriaceae* sind Pflanzen mit zum Teil großen zwittrigen Blüten, deren Gynoecien unter- bis oberständig sind, und besitzen meist vier bis fünf fruchtbare Staubblätter. Diese sind länglich mit parallelen Fächern oder herzförmigen, rundlichen, divergierenden Fächern. Bei *Saintpaulia* finden sich nur zwei fruchtbare Staubblätter. (Vgl. Engler und Prantl: *Gesneriaceae*.)

Bei den *Gesneriaceae* öffnen sich die Antheren, mit Ausnahme jener von *Saintpaulia*, wie bei den anderen Angiospermen infolge Kohäsionsmechanismen.

Lange Zeit war der Öffnungsmechanismus bei Antheren und vor allem die Doppelbewegung des Analus der Sporangien ungeklärt. Erst im Jahre 1897 zeigten Schrodt und Steinbrinck, daß die Öffnung durch Kohäsion des Wassers erfolgt, nicht aber durch hygroskopische Schrumpfung der Faserzellmembranen, wie vor allem Brodtmann (1898), Schwendener (1899), Colling (1905), Schneider (1908) und Schips (1913) meinten.

Die Wand der Antheren besteht aus drei Schichten: Außen die Epidermis oder das Exothecium, das aus großen, zum Teil etwas länglichen Zellen besteht, die unverdickt sind.

Daran schließt sich die Faserschicht, auch Endothecium genannt; diese kann ein- oder mehrschichtig sein. Das Innere eines Staubbeutels kleidet die Tapetumschicht aus. Die Tapetumzellen sind sehr plasmareich und spielen eine große Rolle bei der Ausbildung und Ernährung der Pollenkörner. Das Tapetum verhält sich bei den Angiospermen verschiedenartig; es kann sich schon frühzeitig auflösen oder es bleibt bis zum Auf-

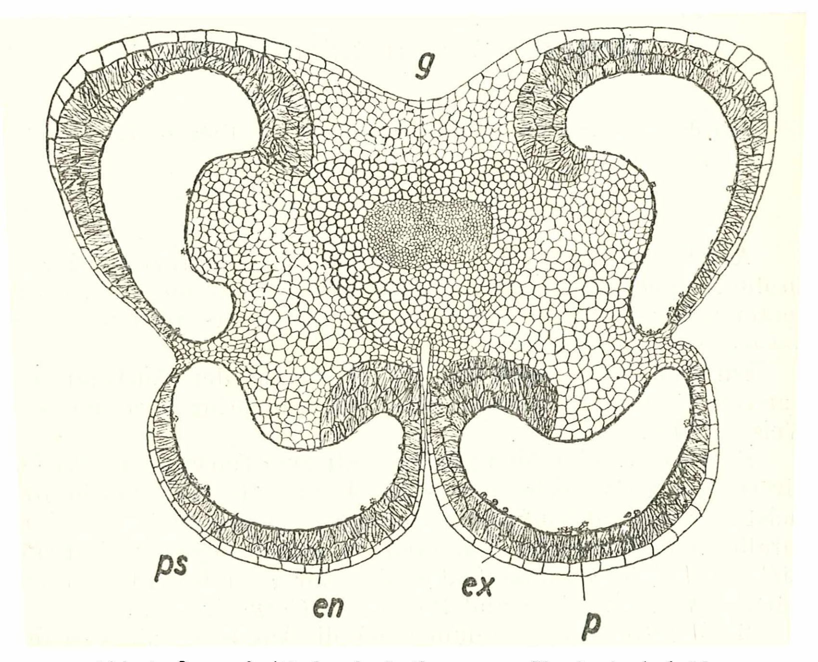


Abb. 1. Querschnitt durch Anthere von *Sinningia hybrida*.
en = Endothecium, *ex* = Exothecium, *g* = Gefäßbündel, *p* = Pollenkörner, *ps* = Pollensack.

reißen der Pollensäcke erhalten. Man spricht dann von einem Sekretionstapetum. Für den Öffnungsmechanismus ist nur die Endotheciumschicht von Bedeutung, die bei den *Gesneriaceae*-Antheren im Querschnitt deutlich zu sehen ist.

Bei *Sinningia hybrida* (Abb. 1) zum Beispiel ist die Endotheciumschicht sehr gut ausgebildet und ist in der gemeinsamen Scheidewand zweier Staubbeutel (Abb. 2) mehrschichtig, während sich an der Seite, die gegen das Innere der Anthere gewandt ist, keine Endotheciumzellen befinden.

Die Öffnung bei den einzelnen Antheren ist verschieden. In der gemeinsamen Scheidewand der beiden Pollensäcke entstehen Längsrisse, und durch die Verkürzung der Außenseite krümmt sich die Wand des Pollensackes zurück, und die Pollen gelangen ins Freie.

Wie schon oben erwähnt, gibt es einschichtige und mehrschichtige Faserschichten. Während die einschichtigen

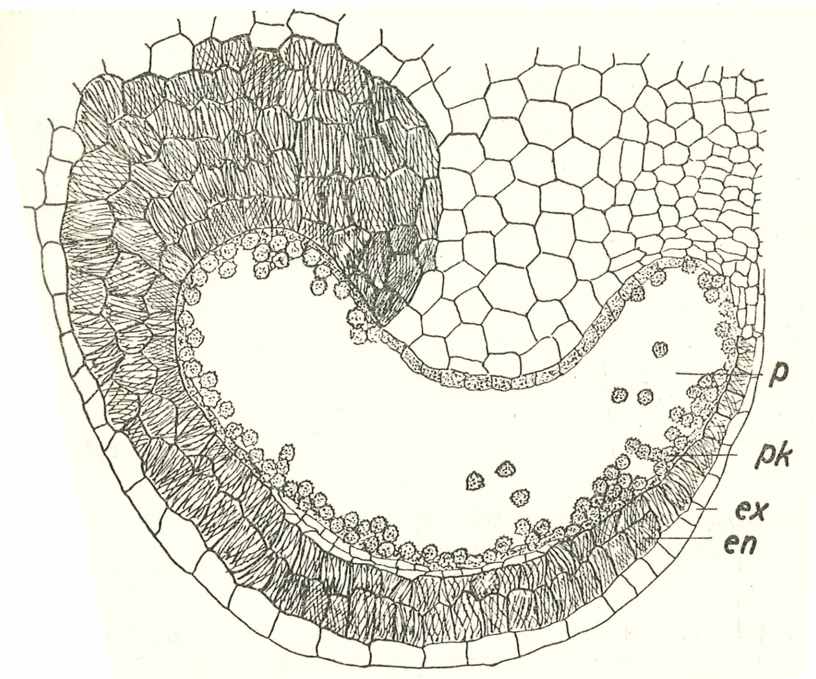


Abb. 2. Querschnitt durch den Pollensack von *Sinningia hybrida.*
en = Endothecium, *ex* = Exothecium, *p* = Pollensack, *pk* = Pollenkorn.

sehr häufig sind, findet man mehrschichtige Endothecien verhältnismäßig seltener. Es wird nämlich durch das Auftreten mehrerer Faserzellschichten das Krümmungsmaß herabgesetzt; dagegen wird die Energie, mit der die Öffnung erfolgt, immer größer, je mehr Faserzellen vorhanden sind. Auch sind die Endotheciumzellen durchaus nicht alle gleich gebaut, es treten im Gegenteil in vielen Arten ganz abweichende Formen auf.

Die häufigsten Verdickungsarten der Endotheciumzellen sind: U-Fasern, Ringfasern, Spiralfasern, Griff-, Sternzellen, Bank-

zellen und Stuhlzellen. Die U-Fasern haben ihren Namen durch die U-förmigen Verdickungen der Innenseiten der Zellen erhalten; die Außenseiten der Endotheciumzellen sind stets unverdickt (Abb. 3, Endotheciumzellen bei *Sinningia hybr.*). Die beiden anderen, die Ring- und Spiralfasern, sind bereits durch ihren Namen erklärt. Bei den Griffzellen sind die Verdickungen auf der inneren Tangentialwand vereint und gehen von hier aus sternförmig auf die Radialwände aus, „so daß das Fasersystem einer zum Griff sich

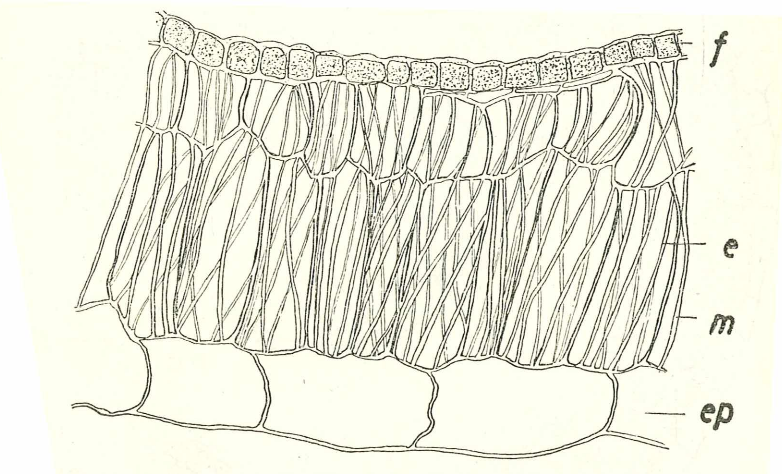


Abb. 3. Querschnitt durch die Wand des Pollensackes von *Sinningia hybrida*. *e* = Endotheciumzelle, *ep* = Epidermis, *m* = Membranverdickungen, *f* = Tapetum.

schließenden Hand gleicht". (Von Guttenberg, S. 95.) Die Bank- und Stuhlzellen sind ähnlich gebaut. Die Verdickungen sind durch Platten an der inneren Tangentialwand verbunden.

Obwohl der Bau der einzelnen Endotheciumzellen so verschiedenartig ist, erfolgt die Öffnung im wesentlichen nach ein und demselben Prinzip. Durch die Kohäsion des Wassers, das das Innere der Zellen erfüllt, kommt es zu einer Verkürzung der Außenseite der Zellen, die sehr beträchtlich sein kann. Sie kann in extremen Fällen 50—60% betragen. Wenn der Kohäsionszug genügend stark ist, reißen die Pollensäcke auf.

Die typischen Kohäsionsmechanismen funktionieren mit Hilfe toter Zellen, welche mit Füllwasser, das entweder vom Zellinhalt stammt oder von außen eingedrungen ist, gefüllt sind. Diese Zellen sind bei den Antheren eben die mechanisch versteiften

Endotheciumzellen. Durch die starke Verdunstung des Füllwassers kommt es zur uhrglasförmigen Einbuchtung der Außenwände. Die verdickten Radialwände werden einander genähert, und es kommt zur Faltenbildung. Durch die starke Verkürzung der Außenseite reißt die Wand der Antheren. (V o n G u t t e n b e r g, 1926, S. 95.)

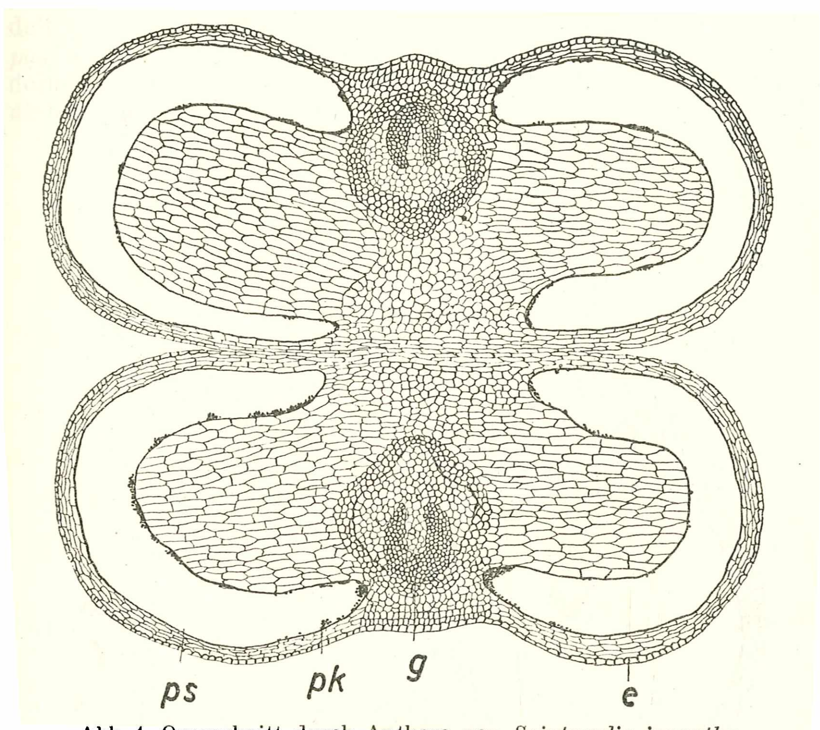


Abb. 4. Querschnitt durch Anthere von *Saintpaulia ionantha*. *g* = Gefäßbündel, *e* = Epidermis, *pk* = Pollenkörner, *ps* = Pollensack.

Dieser Kohäsionsmechanismus bewirkt also auch das Öffnen der Antheren von Gesneriaceen.

Saintpaulia a b e r v e r h ä l t s i c h w e s e n t l i c h a n d e r s. In der Praxis ist es bekannt, daß man zur Bestäubung des Usambara-Veilchens nur sehr schwer Pollen bekommt. So wird auch die *Saintpaulia* von den Gärtnern durch Blattstecklinge vermehrt, oder man kann die Antheren künstlich öffnen, um so den Pollen zur Bestäubung zu gewinnen. Vielfach glaubt man, daß die Antheren von *Saintpaulia* sich nicht zu öffnen vermögen; daß diese

Beobachtung aber nicht richtig ist, hat E. Tschermak zuerst festgestellt.

Er hat die Öffnung der Antheren, die bei *Saintpaulia* wesentlich anders erfolgt als bei den Pollensäcken anderer *Gesneriaceae,* genau in seiner Arbeit über *Saintpaulia* (1953) beschrieben.

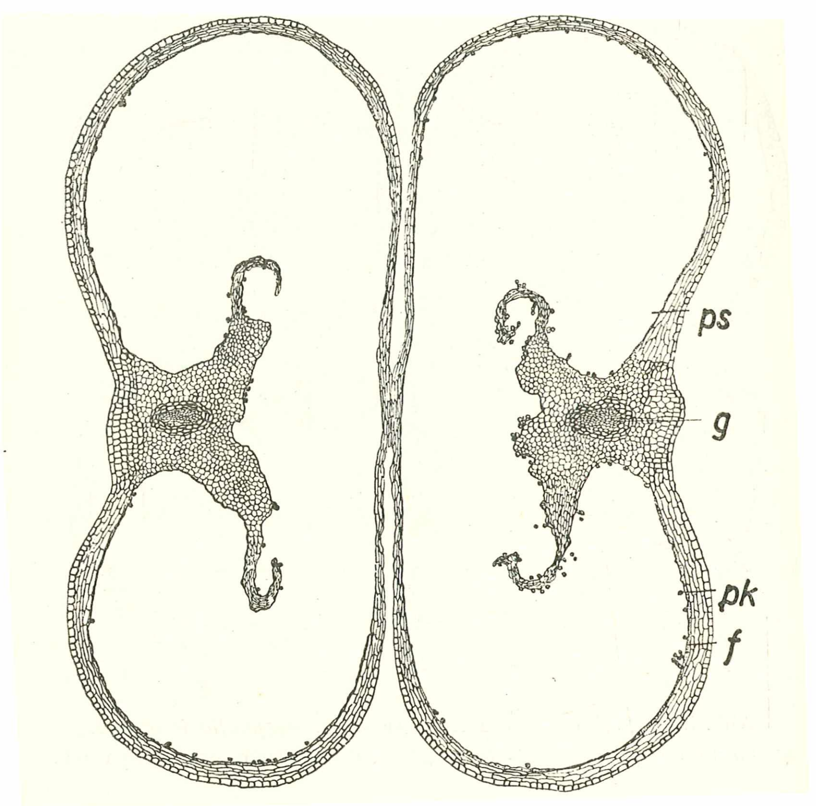


Abb. 5. Querschnitt durch Anthere von *Saintpaulia ionantha.* *g* = Gefäßbündel, *pk* = Pollenkörner, *ps* = Pollensack, *f* = Tapetum.

Die *Saintpaulia*-Arten haben zahlreiche schöne, hell- bis dunkelblau gefärbte Blüten. In den USA. werden auch anders gefärbte *Saintpaulia*-Arten gezüchtet; sie haben hellrosa bis purpurne Blüten. Sie besitzen zwei Antheren, die verhältnismäßig groß und lebhaft gelb gefärbt sind. Die Antherenhälften haben an der Unterseite, dort wo die Staubbeutel am Filament aufsitzen, je

eine nierenförmige Ausbuchtung. Wenn nun die beiden Antherenhälften auseinanderreißen, hat man je eine herzförmige Öffnung an der Innenseite vor sich, an der die Pollenkörner herauskommen. Von vielen Autoren wird geschildert, daß bei den Gesneriaceen meist zwei oder vier Antheren miteinander „verklebt“ sind. Andere sagen, daß die Antheren „aneinanderhaften“. Jedoch handelt es sich hier um eine Verwachsung. Die Antheren von *Saintpaulia* sind an der Innenseite in der Mitte mitsammen verwachsen, dort wo sie am Filament aufsitzen, gleichsam eine Verlängerung dieser bildend.

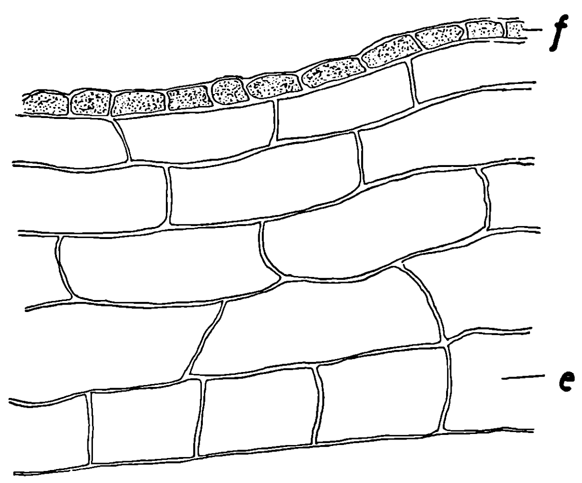


Abb. 6. Querschnitt durch die Wand des Pollensackes von *Saintpaulia ionantha*. *e* = Epidermis, *f* = Tapetum.

Warum öffnen sich nun die Antheren bei *Saintpaulia* nicht so wie bei anderen Angiospermen? An Querschnitten ist zu sehen, daß die Wand der Staubbeutel des Usambara-Veilchens völlig anders gebaut ist als bei anderen *Gesneriaceae*. Der Querschnitt von *Saintpaulia ionantha* (Abb. 4 und 5) zeigt außen die etwas größeren Exotheciumzellen. Das Exothecium ist einschichtig, die Zellen sind dünnwandig und sind fast ebenso breit wie die darauffolgende Zellschicht, die meist vier Zellen stark ist. Diese Zellen sind also schmal und bedeutend kleiner und zeigen keine Verdickungen. Nach innen zu schließt sich das Tapetum an. Hier liegen ungefähr quadratische Zellen, die im Querschnitt ganz dunkel erscheinen und sich in gefärbten Präparaten sehr stark anfärben. In der Wand der Pollensäcke ist

keine Faserzellenschichte ausgebildet. Die Zellen sind vollkommen unverdickt (Abb. 6, *Saintpaulia ionantha*) und mit keinen mechanischen Versteifungen versehen. Die Zellschicht entspricht einem einheitlichen Gewebe. Hier fehlt also das Endothecium.

Diese anatomische Eigentümlichkeit, die der Antherenquerschnitt von *Saintpaulia* klar erkennen läßt, dürfte somit das abweichende Vermögen erklären, weil sich die Antheren nicht durch Kohäsionsmechanismen öffnen. —

Die Arbeiten wurden im Augarten-Laboratorium des Pflanzenphysiologischen Instituts der Universität Wien unter Leitung Herrn Doz. Dr. H. Schindlers durchgeführt.

Herrn Hofrat Prof. E. Tschermak-Seysenegg möchte ich für seine liebenswürdige Anleitung meinen besten Dank aussprechen. Desgleichen sage ich Herrn Prof. Dr. K. Höfler und Herrn Doz. Dr. H. Schindler für ihre Bemühungen herzlichsten Dank.

Literaturverzeichnis.

Brodtmann, F. (1898). Über die Funktion der mechanischen Elemente beim Farnsporangium und bei der Anthere. Dissert. Erlangen 1898.

Colling, I. F. (1905). Das Bewegungsgewebe der Angiospermen-Staubbeutel. Dissert. Berlin 1905.

Engler, A. u. Prantl, K. Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigeren Arten.

Guttenberg, H. v. (1926). Die Bewegungsgewebe. Handbuch der Pflanzenanatomie, I. Abteilung, 2. Teil: Histologie, Band V.

Schips (1913). Zur Öffnungsmechanik der Antheren. Beihefte z. Botan. Centralblatt, Bd. 31.

Schneider, J. M. (1908). Zur ersten und zweiten Hauptfrage der Antherenmechanik. Ber. d. D. B. G., Bd. 27.

Schrodt, J. (1888). Beiträge zur Öffnungsmechanik der Cycadeen-Antheren. Sitzungsber. d. Gesellschaft naturf. Freunde, Berlin, Jahrg. 1888.

Schwendener, S. (1887). Über Quellung und Doppelbrechung vegetab. Membranen. Sitzungsber. d. Kön. Preuß. Akad. d. Wiss., Bd. 34.

Steinbrinck, C. (1895 a). Zur Öffnungsmechanik der Blütenstaubbehälter. Ber. d. D. B. G., Bd. XIII.

— (1897 b). Zur Kritik von Bütschlis Anschauungen über die Schrumpfungs- und Quellungsvorgänge. Ber. d. D. B. G., Bd. XV.

— (1901). Zum Öffnungsproblem der Antheren. Ber. d. D. B. G., Bd. XIX.

Tschermak-Seysenegg, E. (1953). Untersuchungen über die Blüh- und Fruchtbarkeitsverhältnisse des Usambara-Veilchens. Sitzungsanzeiger Österr. Akad. Wiss., math.-nat. Kl., Jg. 1953, Nr. 11, v. 22. Oktober.